

⑫ 公開特許公報(A)

平1-130519

⑤Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④公開 平成1年(1989)5月23日

H 01 L 21/205

7739-5F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑥発明の名称 MOCVD結晶成長装置

②特 願 昭62-289972

②出 願 昭62(1987)11月16日

⑦発 明 者 高 見 明 宏 兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機株式会社エル・エス・アイ研究所内

⑦出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑦代 理 人 弁理士 大岩 増雄 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

MOCVD結晶成長装置

2. 特許請求の範囲

反応管に供給ガスを導入して化合物半導体結晶を成長させるMOCVD結晶成長装置において、供給ガス毎にガス濃度の異なる前記供給ガスを供給する複数系統の供給ラインと、この複数系統の供給ラインの前記化合物ガスを排気する排気ラインと、この排気ラインまたは前記複数系統の供給ラインに前記供給ガスの供給を切り換える切り換え機構と、前記複数系統の供給ラインの供給ガスを前記反応管に選択的に導入するマニホールドとを具備したことを特徴とするMOCVD結晶成長装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明は、MOCVD法により結晶成長を行うMOCVD結晶成長装置に関するものである。

(従来の技術)

第2図は従来の典型的なMOCVD結晶成長装置の構成を示す配管の模式図である。

この図において、1はアルシンAsH₃、ホスフィンPH₃などのV族材料ガスボンベ、2はトリメチルガリウムTMGa、トリメチルアルミニウムTMAI、トリエチルインジウムTEInなどのIII族材料の有機金属バブラ、3は恒温槽、4は供給ガスのガス流量を調整するマスフローコントローラ(以下MFCと称す)、5、5A、5Bはエア作動弁、6は反応管、7はV族材料ガスを反応管6へ導入するキャリアライン(以下V族プロセスラインと称す)、8はIII族有機金属ガスを反応管6へ導入するキャリアライン(以下III族プロセスラインと称す)、9は前記反応管6へ導入しないガスを流す排気ライン(以下ベントラインと称す)、10は結晶を成長させる基板をセットするサセプタである。

なお、図中同一形状のものは同一部分を表すが、符号は省略してある。

次に動作について説明する。MOCVD法によ

る結晶成長法は、Ⅲ族材料に有機金属(MO)が用いられるのが特徴である。有機金属は一部の例外を除いて常温で液体である。有機金属は、有機金属バブラ2でH₂ガスを導入してバブリングし、恒温槽3により蒸気圧を制御して供給される。有機金属が固体である場合は、昇華させることにより供給される。結晶成長を行うには、Ⅴ族材料はⅤ族材料ガスボンベ1より、Ⅲ族の有機金属は有機金属バブラ2にH₂を導入して、MFC4で流量を制御することにより、各々Ⅴ族プロセスライン7、Ⅲ族プロセスライン8に供給され反応管6へ導入される。結晶成長層の組成はMFC4による流量制御の他、エア作動弁5の開閉により制御される。エア作動弁5Aを開、エア作動弁5Bを閉にすることにより、Ⅲ族有機金属ガスはⅢ族プロセスライン8へ供給される。また、エア作動弁5Aを開、エア作動弁5Bを開とすることで、Ⅲ族有機金属ガスはベントライン9に供給され、反応管6へは導入されない。反応管6へ導入されたⅤ族材料ガス、Ⅲ族有機金属ガスは、高温

おこす原因となったりする。また、ドーピング量の少ない結晶成長層が必要な場合に問題となる。

第3図は従来公知のMOCVD結晶成長装置の構成を示す配管模式図である。

図において、第2図と同一符号は同一または相当部分を示し、11はエア作動三方弁、12はH₂ガスを導入するキャリアライン、13はラジアルマニホールドである。

エア作動三方弁11は、第2図に示したエア作動弁5A、5Bを一体構造としたものであり、ベントライン9側とプロセスライン7側または8側との切り換えを行うものである。エア作動三方弁11は、反応管6の直前に設置され、各々円周上に配置されている。エア作動三方弁11がプロセスライン7または8になっている時には、Ⅴ族材料ガス、Ⅲ族有機金属ガスは、キャリアライン12から供給されるH₂ガスと混合されて反応管6に導入される。また、ベントライン9側にすることにより、ベントライン9へ供給され反応管6へは導入されない。エア作動三方弁11が円周上

に熱せられたサセプタ10およびその上にセットされた基板近傍で熱分解し結晶成長が行われる。

実際のデバイス構造の結晶成長が行われる際には数層の組成、ドーピング量の異なる多層成長が行われることとなる。MFC4による流量制御とエア作動弁5の開閉制御によって多層成長が可能となる。

しかし、多層成長においては、例えばⅢ族プロセスライン8へ供給されているⅢ族有機金属ガスをベントライン9に切り換えることが必要な場合もある。この際エア作動弁5Aを開から閉に、エア作動弁5Bを閉から開へと同時に行なったとしても、Ⅲ族有機金属ガスはエア作動弁5Aから反応管6までの間のⅢ族プロセスライン8内に停滞する。このために、メモリ効果と呼ばれる現象を引き起こす。すなわち、急峻な界面が得られないわけである。これは、超格子構造のような数原子層単位の結晶成長が制御できなくなる他、InGaAsP系、InAlGaAs系等、格子定数が組成により大きく異なる場合に、格子不整合を

に配置されたⅤ族材料ガス、Ⅲ族有機金属ガス導入システムをラジアルマニホールド13という。

このようなMOCVD結晶成長装置ならば、Ⅴ族材料ガスをⅤ族プロセスライン7側からベントライン9側へ切り換えた際のⅤ族プロセスライン7内のガスの停滞を最少限におさえることができ、急峻な界面の結晶成長が行える他、ドーピング量の少ない結晶成長層を得ることもできる。

しかし、Ⅴ族材料ガス、Ⅲ族有機金属ガスを反応管6直前で混合しているために、ガスの混合が悪くなり、結晶成長層面内での組成あるいはドーピング量の均一性が悪くなるといった問題がおきる。

(発明が解決しようとする問題点)

従来のMOCVD装置は以上のように構成されているので、第2図に示した装置では、Ⅴ族材料ガス、Ⅲ族有機金属ガスの切り換え時におこるメモリ効果のために急峻な界面が得られない。また低ドーピング量の制御が困難であるなどの問題点があった。

また第3図に示した装置では、V族材料ガス、III族有機金属ガスの混合が悪くなり、結晶成長層の組成、ドーピング量の面内均一性が悪くなるという問題点があった。

この発明は、上記の問題点を解消するためになされたもので、急峻な界面が得られ低ドーピング量の制御が可能であるとともに、優れた結晶成長層の組成、ドーピング量の面内均一性が得られるMOCVD結晶成長装置を得ることを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

この発明に係るMOCVD結晶成長装置は、供給ガス毎にガス濃度の異なる供給ガスを供給する複数系統の供給ラインと、この複数系統の供給ラインの供給ガスを排気する排気ラインと、この排気ラインまたは複数系統の供給ラインに供給ガスの供給を切り換える切り換え機構と、複数系統の供給ラインの供給ガスを反応管に選択的に導入するマニホールドとを設けたものである。

(作用)

9は、上記各々の供給ライン7、8に必要な応じて設けられており、V族プロセスライン7およびIII族プロセスライン8のV族材料ガスおよびIII族有機金属ガスを排気する。この発明による切り換え機構となるエア作動弁5A、5Bは、ベントライン9またはV族プロセスライン7・III族プロセスライン8にV族材料ガスおよびIII族有機金属ガスの供給を切り換える。各プロセスライン7、8に供給されたV族材料ガスおよびIII族有機金属ガスは、ラジアルマニホールド13のエア作動三方弁11へと導かれる。この発明によるマニホールドとなるラジアルマニホールド13は、複数系統のプロセスライン7、8のV族材料ガスあるいはIII族有機金属ガスをエア作動三方弁11を用いて反応管6に選択的に導入する。ここで各々のガスが反応管6かベントライン9いずれに供給されるかで結晶成長層の制御が行われる。

ここで、2本のV族プロセスライン7へV族材料ガスポンベ1からV族材料ガスを供給する際には、1本のV族材料ガスポンベ1より2つのMF

この発明のMOCVD結晶成長装置においては、複数系統の供給ラインが供給ガス毎にガス濃度の異なる供給ガスを供給し、排気ラインが複数系統の供給ラインの供給ガスを排気し、切り換え機構が排気ラインまたは複数系統の供給ラインに供給ガスの供給を切り換え、マニホールドが複数系統の供給ラインの供給ガスを反応管に選択的に導入する。

(実施例)

第1図はこの発明の一実施例を示すMOCVD結晶成長装置の配管模式図であり、第3図と同一符号は同一または相当部分を示す。

この発明のMOCVD結晶成長装置は、この発明による供給ラインとなるV族プロセスライン7およびIII族プロセスライン8を各々2本有している。これらのV族プロセスライン7およびIII族プロセスライン8は、ガス濃度の異なる供給ガス、すなわちV族材料ガスおよびIII族有機金属ガスを供給する。

この発明による排気ラインとなるベントライン

C4で各々のV族プロセスライン7へ供給することができる。一方、2本のIII族プロセスライン8へIII族有機金属ガスを供給するためには、各々のIII族プロセスライン8が独立してIII族有機金属バブラ2群を有することが必要となる。これは、III族プロセスライン8へのIII族有機金属ガスの供給量がIII族有機金属バブラ2へのH₂バブリング量で制御されるためである。

この実施例で示したMOCVD結晶成長装置で結晶成長を行う場合には、各1本のIII族プロセスライン8、V族プロセスライン7を用いて結晶成長を行ない、その間他の各1本のIII族プロセスライン8、V族プロセスライン7には次に結晶成長を行なう層に必要な混合比のV族材料ガス、III族有機金属ガスを各々供給しベントライン9へ流しておく。次いで、結晶成長層を切り換える際にベントライン9から反応管6へとエア作動三方弁11を切り換える。この時同時に、それまで反応管6側になっていたV族プロセスライン7、III族プロセスライン8のエア作動三方弁11をベントラ

イン9側に切り換えるのはいうまでもない。このようにすることで、配管へのガスの停滞なしに反応管6へ供給するV族材料ガス、III族有機金属ガスの混合比を急峻に、しかも混合のよい状態で変えることが可能となる。その結果、結晶成長層間の界面を急峻にすることができる他、低ドーピング量の結晶成長層を得ることができる。さらに結晶成長層、組成、ドーピング量の均一性をはかることができる。また、反応管6側からベントライン9側へエア作動三方弁11を切り変えた後、さらにV族プロセスライン7、III族プロセスライン8へ次の結晶成長層に必要な混合比のIII族有機金属ガス、V族材料ガスを各々に供給しておく。このようにして多層成長を行うことができる。

なお、上記実施例ではプロセスライン7および8をIII族、V族各2本ずつ設けた例を示したが必要が生じればさらに設置本数を増やしてもよい。

また、上記実施例では、V族材料ガスポンベ1を2本、有機金属バブラ2を各3本とした例を示したが、必要に応じてこれらの数は増減させても

上記実施例と同様の効果を奏する。

さらに、V族材料ガスポンベ1を、セレン化水素 H_2Se 、硫化水素 H_2S などのドーピングガスポンベとし、有機金属バブラ2をジエチルジシクロペンタジエニルマグネシウム Cp_2Mg などのドーピング有機金属バブラとしてこの発明のMOCVD結晶成長装置を構成してもよく、上記実施例と同様の効果を奏する。

上記実施例は、III-V族の結晶成長の場合について述べたが、さらにII-V族、II-IV族についても、あるいはそれら化合物半導体結晶の二元系、三元系および四元系についても同様の効果を奏することは明白である。また、ラジアルマニホールド13は、一般にはマニホールドであればよい。

(発明の効果)

この発明は以上説明したとおり、供給ガス毎にガス濃度の異なる供給ガスを供給する複数系統の供給ラインと、この複数系統の供給ラインの供給ガスを排気する排気ラインと、この排気ラインま

たは複数系統の供給ラインに供給ガスの供給を切り換える切り換え機構と、複数系統の供給ラインの供給ガスを反応管に選択的に導入するマニホールドとを設けたので、結晶成長層間の急峻な界面が得られ、低ドーピング量の制御が可能となるほか、優れた結晶成長層の組成、ドーピング量の面内均一性を得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例を示すMOCVD結晶成長装置の配管模式図、第2図および第3図は従来のMOCVD結晶成長装置の配管模式図である。

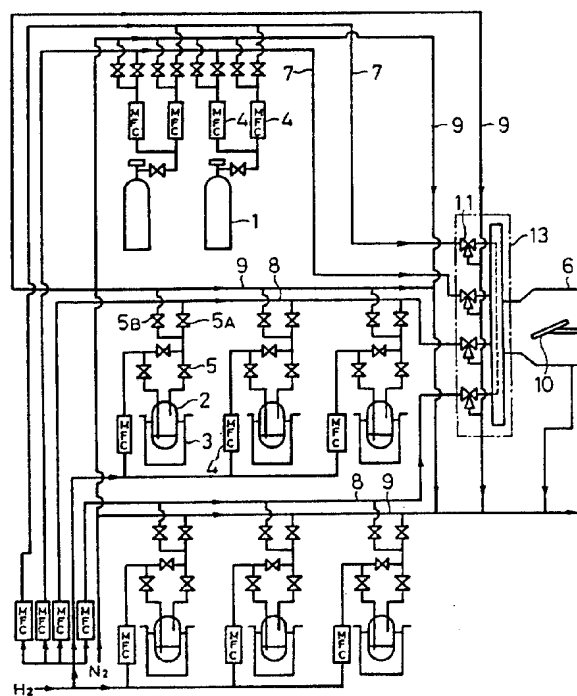
図において、5A、5Bはエア作動弁、6は反応管、7はV族プロセスライン、8はIII族プロセスライン、9はベントライン、11はエア作動三方弁、13はラジアルマニホールドである。

なお、各図中の同一符号は同一または相当部分を示す。

代理人 大 岩 増 雄

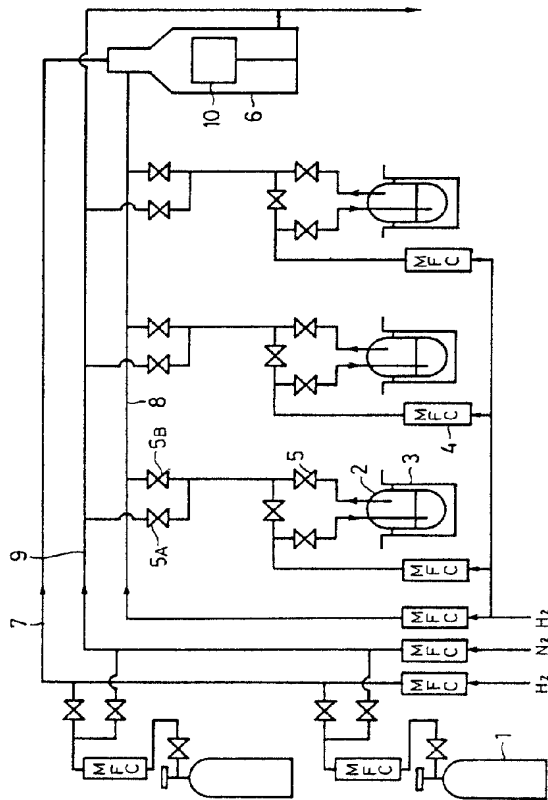
(外2名)

第 1 図

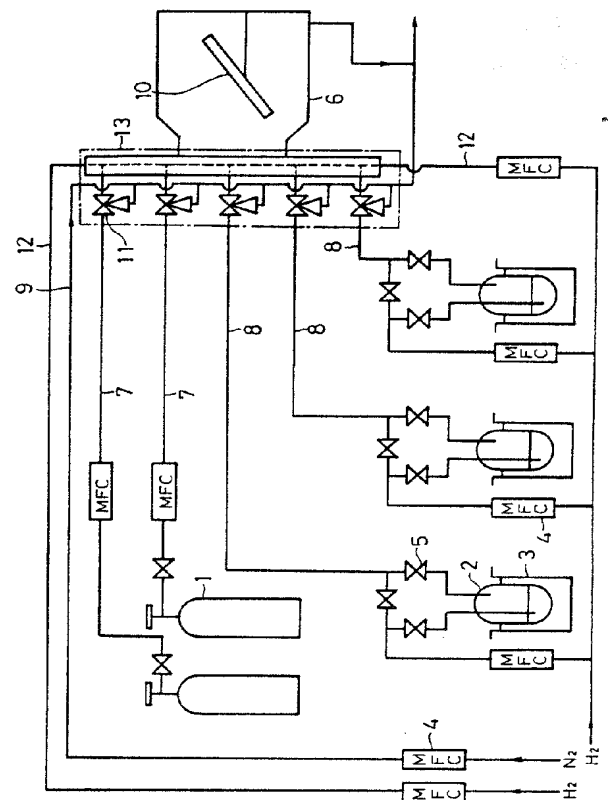


- | | |
|------------------|----------------|
| 1: V族材料ガスポンベ | 7: V族プロセスライン |
| 2: 有機金属バブラ | 8: III族プロセスライン |
| 3: 恒温槽 | 9: ベントライン |
| 4: MFC | 10: サセブタ |
| 5, 5A, 5B: エア作動弁 | 11: エア作動三方弁 |
| 6: 反応管 | 13: ラジアルマニホールド |

第 2 図



第 3 図



手続補正書 (自発)

昭和 63 年 12 月 8 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示 特願昭 62-289972号
2. 発明の名称 MOCVD 結晶成長装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
名 称 (601) 三菱電機株式会社
代表者 志 岐 守 哉

4. 代 理 人

住 所 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
三菱電機株式会社内
氏 名 (7375) 弁理士 大 岩 増 雄
(連絡先 03(213) 3421 特許部)

5. 補正の対象

明細書の特許請求の範囲の欄、発明の詳細な説明の欄および図面

6. 補正の内容

(1) 明細書の特許請求の範囲を別紙のように補正する。

(2) 明細書第5頁11行の「プロセスライン7側または8側」を、「V族プロセスライン7側またはⅢ族プロセスライン8側」と補正する。

(3) 同じく第5頁14～15行の「プロセスライン7または8」を、「V族プロセスライン7またはⅢ族プロセスライン8」と補正する。

(4) 同じく第5頁19行の「反応間6」を、「反応管6」と補正する。

(5) 同じく第9頁1行の「供給ライン7, 8」を、「プロセスライン7, 8」と補正する。

(6) 同じく第9頁13行の「プロセスライン7, 8」を、「各々のプロセスライン7, 8」と補正する。

(7) 同じく第10頁4～5行、7行の「Ⅲ族有

93.12.12

機金属バブラ2」を、「有機金属バブラ2」と補正する。

(8) 図面中、第2図を別紙のように補正する。

以 上

2. 特許請求の範囲

反応管に供給ガスを導入して化合物半導体結晶を成長させるMOCVD結晶成長装置において、供給ガス毎にガス濃度の異なる前記供給ガスを供給する複数系統の供給ラインと、この複数系統の供給ラインの前記供給ガスを排気する排気ラインと、この排気ラインまたは前記複数系統の供給ラインに前記供給ガスの供給を切り換える切り換え機構と、前記複数系統の供給ラインの供給ガスを前記反応管に選択的に導入するマニホールドとを具備したことを特徴とするMOCVD結晶成長装置。

第 2 図

